Труды Зоологического института РАН
Том 322, № 1, 2018, с. 66–83

УДК 591.524.12

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА ГОРНЫХ И РАВНИННЫХ ВОДОЕМОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ИНДИИ

Л.Ф. Литвинчук

Зоологический институт Российской академии наук, Университетская наб. 1, 199034 Санкт-Петербург, Россия; e-mail: larisalitvinchuk@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

В 2013–2015 гг. исследованы 9 водоемов, расположенных в горных и равнинных районах северо-западной Индии. В составе зоопланктона выявлены 46 видов, среди которых 18 видов коловраток, 20 видов ветвистоусых и 8 видов веслоногих ракообразных, а также 1 вид Anostraca. В работе впервые для северо-западной Индии зарегистрированы 8 видов коловраток, 5 видов ветвистоусых ракообразных и 2 вида веслоногих ракообразных. Космополиты и палеотропические виды были встречены во всех исследованных водоемах и в Гималаях, и на равнине; палеарктические и голарктические виды — только в Гималаях. Тропические виды населяли только равнинные водоемы. Число видов и индекс видового разнообразия зоопланктона северо-западной Индии были невысокими. Численность зоопланктона была относительно высокой в одном горном озере и во всех исследованных равнинных водоемах (99–487 тыс. экз./м^3). Биомасса зоопланктона была невысокой (0.04–8.00 г/м^3) и в горных, и в равнинных водоемах, за исключением двух равнинных водоемов, в одном из которых были отмечены проявления ветровых нагонных явлений, на берегу другого располагалось место зимовки стаи крупных птиц. Коловратки входили в состав доминирующего комплекса по биомассе только в горном озере. Основу численности и биомассы зоопланктона практически во всех водоемах составляли ветвистоусые ракообразные, представленные в основном прибрежно-зарослевыми формами, характерными для водоемов с небольшими глубинами. Веслоногие ракообразные развивались в массе лишь в некоторых из исследованных водоемов и в основном были представлены Cyclopoida. Группа Calanoida (Diaptomidae) была отмечена только в одном равнинном озере, расположенном в пустыне. В трофической структуре зоопланктона основная доля была представлена макрофильтраторами. Микрофаги и хищные формы занимали в трофической структуре второе место.

Ключевые слова: зоопланктон, коловратки, ракообразные, биоразнообразие, зоогеография, озера, Индия, Химачал-Прадеш, Джамму и Кашмир, Раджастан, Гуджарат

ZOOPLANKTON OF MOUNTAIN AND LOWLAND WATERBODIES OF NORTHWESTERN INDIA

L.F. Litvinchuk

Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Universitetskaya Emb. 1, 199034 Saint Petersburg, Russia; e-mail: larisalitvinchuk@yandex.ru

ABSTRACT

In 2013–2015, 9 waterbodies situated in mountain and lowland regions of Northwestern India were studied. 46 species of zooplankton organisms were revealed, among them 18 Rotifera species, 20 Cladocera, 8 Copepoda, and 1 species of Anostraca. For this part of India, it was the first time detected 8 Rotifera species, 5 Cladocera, and 2 Copepoda. Cosmopolites and Paleotropic species were registered in all waterbodies studied in the Himalayans and lowland India. Palearctic and Holarctic species — in the Himalayans only. Tropic species were found in lowland India only. Species number and zooplankton species diversity index were low. Zooplankton density was relatively high in one from four mountain lakes and in all lowland waterbodies (99–487 thousands ind./m^3). Zooplankton

biomass was low (0.04–8.00 g/m³) in both mountain and lowland lakes, in exception two lowland lakes with wind onset and overwintering place for large birds. Rotifera dominated by biomass only in mountain region. Cladocera predominated in zooplankton density and biomass in majority of studied waterbodies. This group was represented by coastal and macrophyte forms which are usual for shallow waterbodies. Copepoda were abundant in five studied waterbodies and basically were represented by Cyclopoida. Calanoida group (Diaptomidae) was revealed in only one lowland lake located in a desert. Macrofiltrators represented the main part of zooplankton trophic structure. Microphages and predators subdominated in zooplankton communities.

Key words: zooplankton, rotifers, crustaceans, biodiversity, zoogeography, lakes, India, Himachal Pradesh, Jammu and Kashmir, Rajasthan and Gujarat

ВВЕДЕНИЕ

Гидробиологические исследования пресноводных водоемов северо-западной Индии проводятся в течение нескольких десятилетий. Наряду с детальными фаунистическими исследованиями (Hutchinson 1937; Kiefer 1939; Sharma and Sharma 2008; Chatterjee et al. 2013; Chandra et al. 2017), были проведены работы по изучению влияния условий среды на видовой состав и особенности развития зоопланктонных организмов (Das et al. 1969; Zutshi and Vass 1982; Subla et al. 1984; Yousuf 1988; Raina and Vass 1993; Nath 1994; Kundangar et al. 1996; Dar et al. 2002; Siraj et al. 2006; Paulose and Maheshwari 2007; Siraj et al. 2007; Sharma et al. 2008, 2011, 2015; Abubakr and Kundangar 2008; Sharma and Chandrakiran 2011; Sharma and Kotwal 2011; Ahangar et al. 2012; Naik et al. 2012; Summarwar 2012; Jindal and Thakur 2013; Shah et al. 2013; Slathia and Dutta 2013; Thakur et al. 2013; Shah and Pandit 2013a, b, c, 2015; Bahaar and Bhat 2011, 2014; Jamila et al. 2014; Baba et al. 2015; Ganie et al. 2015; Shah et al. 2015; Bishnoi and Sharma 2016; Jeelani 2016 и др.). Во всех этих исследованиях рассматривались лишь некоторые группы зоопланктонных организмов или сообщества отдельных водоемов.

Разнообразные географические ландшафты северо-западной Индии, особенности формирования горных и равнинных водоемов определяют характер распределения и условий для развития видов зоопланктона.

В западных Гималаях (штаты Химачал-Прадеш и Джамму и Кашмир, Индия) расположена зона пересечения фаун, относящихся к Палеарктической и Ориентальной биогеографическим областям (Гептнер [Geptner] 1936; Берг [Berg] 1949; Боркин и Литвинчук [Borkin and Litvinchuk] 2012; Старобогатов [Starobogatov] 1970). Согласно литературным данным (Yousuf 1988; Abubakr and Kundangar 2008; Sharma and Chandrakiran 2011; Ahangar et al. 2012; Jindal and Thakur 2013; Slathia and Dutta 2013; Thakur et al. 2013; Shah and Pandit 2013a, b, c; Jamila et al. 2014; Baba et al. 2015; Sharma et al. 2015 и др.), здесь встречаются как всесветно распространенные виды зоопланктона (космополиты), так и группы видов, характерные для северного (голарктические и палеарктические) и южного полушарий (тропические). В водоемах западных Гималаев могут встречаться совместно представители всех этих групп видов, поэтому этот район рассматривается как один из центров биоразнообразия.

На равнине Индостана в штатах Раджастан и Гуджарат исследованные водоемы расположены в аридной зоне, включая невысокие горы Аравали и пустыню Тар. На полуострове Индостан встречаются только космополиты и виды с палеотропическим и тропическим характером распространения (Paulose and Maheshwari 2007; Sharma et al. 2008, 2011).

Как известно, в горных массивах, (например в Альпах, Карпатах, на Северном Кавказе) водоемы находятся в первозданном состоянии и могут быть использованы в качестве эталонных при изучении водных экосистем. В Гималаях из-за с труднодоступности, связанной с отсутствием надежного автодорожного сообщения, суровыми погодными условиями на высокогорных перевалах (4000 м над ур. м. и выше), возникают большие сложности с организацией проведения научных экспедиций, но при этом даже в самых удаленных районах на склонах гор расположены ячменные поля и пастбищные угодья, что может негативно влиять на сообщества зоопланктона в расположенных там водоемах.

Цель нашей работы — изучить особенности распределения зоопланктонных организмов и структуры сообществ зоопланктона в водоемах северно-западной Индии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были изучены пробы зоопланктона, собранные в ходе второй и третьей Гималайских (2013, 2015 годы) и Западно-Индийской экспедиций (2014 г.) Санкт-Петербургского союза ученых (Боркин [Borkin] 2014; Боркин и Ганнибал [Borkin and Gannibal] 2016). Сборы проб производили в весенние и летние месяцы в западных Гималаях, штаты Химачал-Прадеш (Himachal Pradesh) и Джамму и Кашмир (Jammu and Kashmir), а также в равнинных штатах Раджастан (Rajasthan) и Гуджарат (Gujarat). Был изучен материал из 9 водоемов с разными характеристиками (Табл. 1, Рис. 1) – 4 высокогорных водоема (1506–3665 м над ур. м.) и 5, расположенных на равнине (13–788 м над ур. м., в том числе два водоема, Кхичан и Мурга, в пустыне Тар). В штате Химачал-Прадеш были изучены оз. Нако (станция Нако-1, Nako-1) и мелководный водоем среди полей у пос. Нако (станция Нако-2, Nako-2). В штатах Джамму и Кашмир – оз. Вулар (Wular) в Кашмирской долине и мелководный водоем у пос. Басго (Basgo) в Ладаке; в штате Раджастан – озеро у пос. Джаствангихар (Jaswantgihar), озеро рядом с трассой между городами Джайпур и Аджмер (Jaipur-Ajmer), мелководный водоем у водохранилища Шивика (Shivika) и мелководный водоем у пос. Кхичан (Kheechan), на берегу которого находится место зимовки большой стаи журавля-красавки. В штате Гуджарат был исследован зоопланктон из озера у пос. Мурга (Murga).

Все эти озера различались по размерам – от мелких временных водоемов до больших по площади, но все они были неглубокими (максимальная глубина – 5.8 м). Соленость воды в водоемах была невысокой (0.07–0.42‰), за исключением одного небольшого водоема Кхичан (2.34‰), расположенного в пустыне. Все озера характеризовались щелочной реакцией среды (pH 7.5–9.8, Табл. 1). Пробы зоопланктона отбирали стандартным для неглубоких водоемов способом процеживания 10–50 л воды через сетку с газом № 68 с последующей фиксацией 4% раствором формалина.

Численность и биомасса зоопланктона были рассчитаны в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методиками (Методические... [Guidelines] 1982). Степень разнообразия зоопланктона оценивали по индексу Шеннона (Shannon and Weaver 1949). Индекс сапробности (S) рассчитывали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladechek 1973).

При проведении биогеографического анализа было принято разделение суши, согласно Старобогатову [Starobogatov] 1970 и классификации WWF (https://ru.wikipedia.org/wiki/Экозона), на Голарктику (Палеарктика и Неоарктика) и Тропики (Афротропика, Индомалайская (=Ориентальная) зона, Австралазия и Неотропики). Кроме того, Тропическая область делится на Неотропики и Палеотропики (Афротропика, Индомалайская (=Ориентальная) зона и Австралазия).

Фамилии авторов таксонов и годы их описания приведены в Табл. 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего были встречены 46 видов зоопланктонных организмов, среди которых 18 видов коловраток, 20 видов ветвистоусых и 8 видов веслоногих ракообразных, а также 1 вид Anostraca (Табл. 2).

Среди веслоногих ракообразных 6 видов представляли Cyclopoida, 2 вида – Calanoida. Представители подотряда Harpacticoida, характерные для фауны неглубоких водоемов, встречены не были.

Вследствие того, что все изученные водоемы характеризовались небольшой глубиной, в них было отмечено значительное количество прибрежно-зарослевых видов зоопланктона.

В пробах зоопланктона встречались также представители прибрежной и донной фауны: Hydrozoa (*Hydra* sp.), Bryozoa (статобласты), Nematoda, Gastropoda, Ostracoda, личинки Chironomidae и Hydracarina.

В нашей работе были впервые для северо-западной Индии зарегистрированы 8 подвидов и видов коловраток: *Ascomorpha ovalis*, *Asplanchna sieboldi*, *Conochillus unicornis*, *Euchlanis dilatata unicetata*, *Hexarthra fennica*, *Keratella quadrata reticulata*, *Polyarthra remata*, *Trichotria pocillum pocillum*, 5 видов ветвистоусых ракообразных: *Alona qudrangularis*, *Daphnia curvirostris*, *Moina micrura*, *Ovalona cambouei* (ранее относилась к роду *Alona*), *Picripleuroxus denticulatus*, *Pleuroxus adunctus*, 2 вида веслоногих ракообразных *Thermocyclops dybowskii* и *Phyllodiaptomus blanci* (Табл. 2).

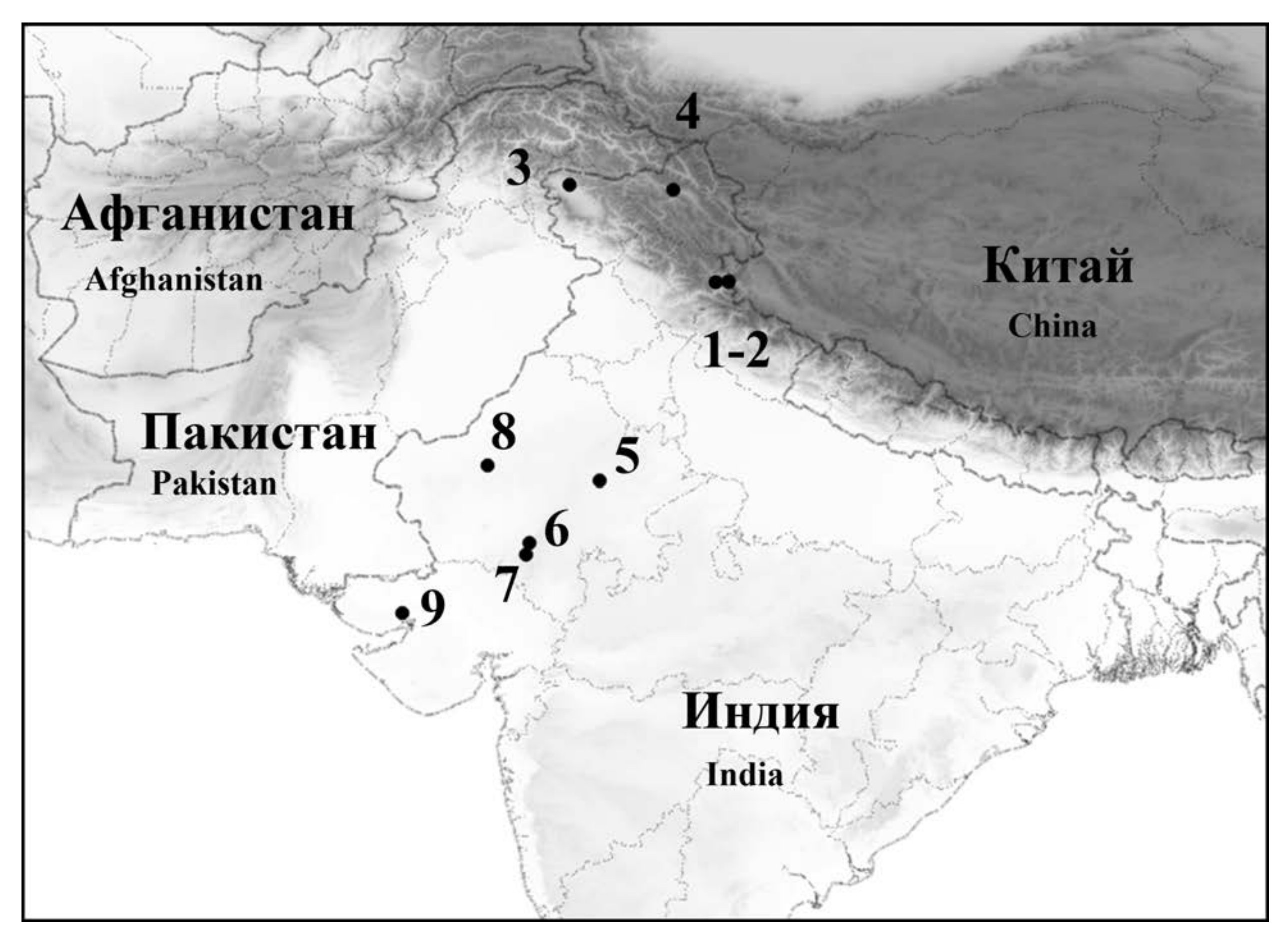


Рис. 1. Места сбора материала в северо-западной Индии. Номера выборок соответствуют номерам в Табл. 1.

Fig. 1. Sites of the material collection in northwestern India. The numbers of samples correspond to numbers in Table 1.

При анализе географического распространения видов зоопланктона, обнаруженных в водоемах северо-западной Индии, были выявлены 26 космополитов; 3 вида были палеарктическими, 7 голарктическими, 2 палеотропическими и 5 тропическими. Космополиты и палеотропические виды были встречены во всех исследованных водоемах, и в Гималаях, и на равнине; палеарктические и голарктические виды – только в Гималаях (штаты Химачал-Прадеш и Джамму и Кашмир). Тропические виды были обнаружены только в равнинных водоемах.

Среди встреченных коловраток все виды были космополитами, за исключением двух голарктических таксонов *Cephalodella mucronata* и *Trichotria pocillum pocillum* (Табл. 2). Эта группа зоопланктонных организмов была встречена во всех озерах, кроме пустынного оз. Мурга. В то же время коловратки не были отмечены в горных и равнинных небольших водоемах, за исключением мелководного оз. Кхичан, расположенного в пустыне Тар.

Ветвистоусые ракообразные были представлены 5 видами с космополитическим распространением, которые были встречены во всех изученных районах северо-западной Индии. Один палеарктический вид (*Daphnia curvirostris*) был отмечен в высокогорном оз. Нако-1, штат Химачал-Прадеш. Голарктические виды *Acroperus harpae*, *Alona qudrangularis*, *Alonella nana*, *Picripleuroxus denticulatus* и *Polyphemus pediculus* были обнаружены только в горных водоемах, один вид *Alonella nana* был встречен в водоеме штата Химачал-Прадеш, а остальные – в водоемах штата Джамму и Кашмир. Два палеотропических вида Cladocera (*Ovalona cambouei* и *Pleuroxus adunctus*) были от-

Таблица 1. Характеристики исследованных водоемов: географические координаты, высота над уровнем моря, глубина (h), температура воды, соленость воды (S), величина pH, индекс сапробности (Sapr., по: Sladeček, 1973).

Table 1. Studied waterbodies characters: geographical coordinates, altitude above the sea level, depth (h), water temperature (T), water salinity (S), pH, saprobity index (Sapr.).

№	Дата Date	Водоем Waterbody	Географические координаты, ° Geographical coordinates, °		Высота, над ур. м. Altitude	h, m	T, °C	S, ‰	pH	Sapr.
			с.ш. N	в.д. E						
1.	08.06.2015	Нако-1 Nako-1	31.88	78.63	3665	1.5	23.8	0.08	7.6	1.63
2.	08.06.2015	Нако-2 Nako-2	31.88	78.63	3592	0.3	14.2	0.07	9.8	1.38
3.	01.05.2013	Вулар Wular	34.38	74.53	1506	5.8	15.7	0.08	8.18	1.42
4.	06.05.2013	Басго Basgo	34.26	77.21	3425	0.1	–	–	–	2.00
5.	04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	24.83	73.43	788	1.0	23.8	0.42	7.59	1.30
6.	03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	26.72	75.29	318	2.5	27.5	0.36	7.5	1.11
7.	04.03.2014	Шивика Shivika	25.13	73.48	350	1.0	19.2	0.16	8.15	1.57
8.	14.03.2014	Кхичан Kheechan	27.14	72.42	193	0.3	27.5	2.34	9.82	1.33
9.	10.03.2014	Мурга Murga	23.34	70.21	13	3.0	28.5	0.31	9.46	1.08

мечены только в горных водоемах (штат Джамму и Кашмир), ориентальный вид (*Daphnia similoides*) населял водоем в штате Раджастан. Два тропических вида (*Ceriodaphnia cornuta* и *Diaphanosoma excisum*) встречались только в равнинных водоемах штатов Раджастана и Гуджарата (Табл. 2).

Среди веслоногих ракообразных (подотряд Cyclopoida) 5 космополитических видов (*Macrocyclops albidus*, *Megacyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Microcyclops varicans* и *Thermocyclops dybowskii*) были встречены и в горных, и в равнинных водоемах. Голарктический вид (*Diacyclops bicuspidatus*) был отмечен только в горном оз. Вулар. Два ориентальных вида Calanoida (*Heliodiaptomus viduus* и *Phyllodiaptomus blanci*) были встречены только в штате Гуджарат, в оз. Мурга, расположенном в пустыне (Табл. 2).

В небольшом временном оз. Нако-2, расположенном в штате Химачал-Прадеш, были встречены жаброноги *Branchinecta orientalis* (средняя длина тела – 10.04±1.16 см) численностью 0.56 тыс. экз./м^3. Основу численности составляли самцы (68%), доли самок и ювенильных особей были значительно ниже (24 и 8%, соответственно). В Нако-2 были обнаружены яйца *B. orientalis* численностью 1.33 тыс. экз./м^3 (средний диаметр – 0.35 мм). В оз. Нако-1, расположенном на небольшом расстоянии (примерно 1 км) от Нако-2, также были найдены яйца *B. orientalis*, но их число было значительно меньше, чем в Нако-2 (0.04 тыс. экз./м^3). В водоеме Нако-2 вместе с *B. orientalis* были встречены ветвистоусые ракообразные. Коловратки и веслоногие ракообразные здесь отмечены не были.

Число видов (12 и 18) и индекс видового разнообразия (по Шеннону, 2.38 и 2.71) были относительно высокими в двух горных озерах Нако-1 и Вулар. Среди озер Раджастана сравнительно высокие значения индекса видового разнообразия (2.16 и 2.1) были отмечены в озерах Джаствангихар и Джайпур-Аджмер. В остальных изученных водоемах эти показатели были небольшими. Число доминирующих видов по численности и биомассе во всех водоемах было невысоким, в основном были отмечены 1–2 доминирующих вида (Табл. 3).

Численность зоопланктона в изученных водоемах изменялась в широких пределах. В горных районах высокая численность была отмечена

Таблица 2. Видовой состав, индикаторная значимость (S, «o» – виды-индикаторы олигосапробных вод, «b» – виды-индикаторы β-мезосапробных вод, «a» – виды-индикаторы α-мезосапробных вод) и географическое распространение зоопланктонных организмов водоемов северо-западной Индии. (Нако-1 (N1), Нако-2 (N2), Вулар (W), Басго (B), Джаствангихар (J), Джайпур-Аджмер (JA), Шивика (Sh), Кхичан (K), Мурга (M)), в штатах Химачал-Прадеш (ХП), Джамму и Кашмир (ДжК), Раджастан (Р), Гуджарат (Г). * литературные данные взяты из работ, перечисленных в главе «Введение».

Table 2. Species composition, indicated significance (S, «o» – species-indicator of oligosaprobic waters, «b» – species-indicator of β-mesosaprobic waters, «a» – species-indicator of α-mesosaprobic waters), and geographical distribution of zooplankton organisms from Northwestern India waterbodies. (Nako-1 (N1), Nako-2 (N2), Wular (W), Basgo (B), Jaswantgihar (J), Jaipur-Ajmer (JA), Shivika (Sh), Kheechan (K), Murga (M), in states Himachal Pradesh (HP), Jammu and Kashmir (JK), Rajasthan (R), Gujarat (G). * literature data taken from sources cited in «Introduction».

Вид Species	Собственные данные Own data			Литературные данные* Literature data*			S	Географическое распространение Geographical distribution
	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G		
Rotifera								
Ascomorpha ovalis (Bergendal, 1892)			K				o	космополит cosmopolite
Asplanchna sieboldi (Leydig, 1854)		W					b	космополит cosmopolite
Brachionus angularis Gosse, 1851			JA	+	+	+	b-a	космополит cosmopolite
B. quadridentatus Herman, 1783		W		+	+	+	b	космополит cosmopolite
Cephalodella catellina (Müller, 1786)	N1				+		o-b	космополит cosmopolite
C gibba (Ehrenberg, 1832)	N1				+		o-b	космополит cosmopolite
C. mucronata Myers, 1924		B				+		космополит cosmopolite
Conochillus unicornis (Rousselet, 1892)		W					o	космополит cosmopolite
Euchlanis calpidia (Myers, 1930)		W			+			Голарктика Holarctic
E. dilatata dilatata Ehrenberg, 1832	N1	W	J	+	+		o-b	космополит cosmopolite
E. dilatata unicetata Leydig, 1854		W					o-b	космополит cosmopolite
Hexarthra fennica (*Levander*, 1892)	N1						b	космополит cosmopolite
Keratella quadrata reticulata Carlin, 1943	N1						o-b	космополит cosmopolite
K. tropica (Apstein, 1907)			JA	+	+	+	b	космополит, тропики cosmopolite, tropic
Polyarthra remata Skorikov, 1896	N1		JA				o	космополит cosmopolite
Pompholyx complanata Gosse, 1851			JA		+		b	космополит cosmopolite
Synchaeta oblonga Ehrenberg, 1831		W			+		b	космополит cosmopolite
Trichotria pocillum pocillum (Müller, 1776)	N1						o	Голарктика Holarctic

Таблица 2. *Продолжение.*
Table 2. *Continued.*

Вид Species	Собственные данные Own data			Литературные данные* Literature data*			S	Географическое распространение Geographical distribution
	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G		
Cladocera								
Acroperus harpae (Baird, 1834)		W			+		o	Голарктика и Ориентальная Holarctic and Oriental
Alona qudrangularis (Müller, 1785)		W					o-b	Голарктика Holarctic
Alonella nana (Baird, 1843)	N1					+	o-b	Голарктика Holarctic
Ceriodaphnia cornuta Sars, 1885			JA, M		+			Тропики, субтропики Tropic, subtropic
C. reticulata (Jurine, 1820)	N1	W	Sh	+	+	+	b	космополит cosmopolite
Chydorus ovalis Kurz, 1875		W			+	+	o	космополит (кроме Австралазии) cosmopolite (without Australasia)
Ch. sphaericus (Müller, 1785)	N1	W	Sh		+	+	b	космополит cosmopolite
Coronatella rectangula (Sars, 1861)	N2		Sh		+		o	Палеарктика и Палеотропики Palearctic and Paleotropic
Daphnia carinata King, 1853			K			+	b	Австралазия и Ориентальная Australasia and Oriental
D. curvirostris Eylmann, 1887	N1						b	Палеарктика Palearctic
D. similoides Hudec, 1991			JA	+			b	Ориентальная Oriental
D. pulex Leydig, 1860	N1, N2			+	+	+	a	космополит cosmopolite
Diaphanosoma excisum Sars, 1885			JA, M			+		Палеотропики Paleotropics
Moina micrura Kurz, 1874			M				b	Палеарктика, Ориентальная, Афротропики и Австралазия Palearctic, Oriental, Afrotropic and Australasia
Ovalona cambouei Van Damme et Dumont, 2008		W						Палеотропики Paleotropic
Picripleuroxus denticulatus (Birge, 1879)		W						Голарктика Holarctic
Pleuroxus adunctus (Jurine, 1820)		W	J				o	Палеарктика Palearctic
Polyphemus pediculus (Linnaeus, 1761)		W			+	+	o	Голарктика Holarctic
Scapholeberis kingi Sars, 1888		W	J, Sh		+	+	b	Палеарктика, Ориентальная, Афротропики, Австралазия Palearctic, Oriental, Afrotropic and Australasia

Таблица 2. *Продолжение.*
Table 2. *Continued.*

Вид Species	Собственные данные Own data			Литературные данные* Literature data*			S	Географическое распространение Geographical distribution
	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G	ХП HP	ДжК JK	Р, Г R, G		
Simocephalus vetulus (Müller, 1776)	N2	W	J, Sh, M	+	+	+	o-b	космополит (кроме Австралазии) cosmopolite (without Australasia)
Copepoda								
Cyclopoida								
Diacyclops bicuspidatus bicuspidatus (Claus, 1857)		W		+	+		o	Голарктика Holarctic
Macrocyclops albidus (Jurine, 1820)		W			+		b	космополит cosmopolite
Megacyclops viridis (Jurine, 1820)		W		+	+		o-b	космополит cosmopolite
Mesocyclops leuckarti (Claus, 1857)			J, K, Sh, M	+	+	+	o-b	космополит cosmopolite
Microcyclops varicans (Sars, 1863)			J		+		o	космополит cosmopolite
Thermocyclops dybowskii (Lande, 1890)			J, JA, Sh					космополит cosmopolite
Calanoida								
Heliodiaptomus viduus (Gurney, 1916)			M			+	o	Ориентальная Oriental
Phyllodiaptomus blanci (Guerne et Richard, 1896)			M					Палеарктика, Ориентальная Palearctic, Oriental
Anostraca								
Branchinecta orientalis Sars, 1901	N2							Палеарктика Palearctic
яйца *B. orientalis B. orientalis* eggs	N1, N2							
Прочие **Others**								
Hydrozoa (*Hydra* sp.)			J					
Статобласты Bryozoa Statoblastes of Bryozoa			J, Sh					
Nematoda	N1	W						
Gastropoda			J, Sh					
Ostracoda	N2	W, B	JA, M	+	+	+		
Личинки Chironomidae larvae of Chironomidae	N2	W, B	J, K, Sh, M					
Hydracarina	N1	W	J, JA, Sh, M					

Таблица 3. Структурные характеристики зоопланктона водоемов северо-западной Индии: средние значения численности (N), биомассы (B), общее число видов, число видов, доминирующих по численности и биомассе, биомасса, индекс видового разнообразия Шеннон-Уивера (H).

Table 3. Structural characteristics of zooplankton in Northwestern India waterbodies: mean density (N), biomass (B), common number of species, number of species dominated in density and biomass, Shannon-Weaver species diversity index (H).

Дата Date	Водоем Waterbody	N, тыс. экз./м³ N, thous. ind./m³	B, г/м³ B, g/m³	Число видов Number of species	Число доминирующих видов Number of dominant species		H, биты/экз. H, bite/ind.
					N	B	
08.06.2015	Нако-1 Nako-1	9.53	0.04	12	4	2	2.38
08.06.2015	Нако-2 Nako-2	2.91	0.93	4	1	1	0.84
01.05.2013	Вулар Wular	486.89	6.35	18	1	1	2.71
06.05.2013	Басго Basgo	54.07	0.13	2	2	2	0.35
04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	15.04	0.20	5	2	1	2.16
03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	146.67	127.62	9	2	1	2.1
04.03.2014	Шивика Shivika	98.63	0.34	7	1	2	1.07
14.03.2014	Кхичан Kheechan	173.54	29.66	3	2	1	1.01
10.03.2014	Мурга Murga	189.70	8.03	6	2	1	1.52

Таблица 4. Численность зоопланктона (N) и доля (%) в ней основных таксономических групп зоопланктона – коловраток (Rotifera), ветвистоусых (Cladocera) и веслоногих (Copepoda) ракообразных водоемов северо-западной Индии (* Hydrozoa [*Hydra* sp.], Bryozoa [статобласты], Nematoda, Gastropoda, Anostraca [*Branchinecta orientalis*], Ostracoda, личинки Chironomidae и Hydracarina).

Table 4. Zooplankton density (N) and shares (%) of main taxonomic groups of zooplankton – Rotifera, Cladocera and Copepoda in Northwestern India waterbodies (* Hydrozoa [*Hydra* sp.], Bryozoa [statoblastes], Nematoda, Gastropoda, Ostracoda, Anostraca [*Branchinecta orientalis*], Hydracarina and larvae of Chironomidae).

Дата Date	Водоем Waterbody	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие* Others*	N, тыс. экз./м³ N, thous. ind./m³
08.06.2015	Нако-1 Nako-1	68.76	25.87	0.00	5.36	9.53
08.06.2015	Нако-2 Nako-2	0.00	77.86	0.00	22.14	2.91
01.05.2013	Вулар Wular	13.01	22.90	62.42	1.67	486.89
06.05.2013	Басго Basgo	0.00	51.37	0.00	48.63	54.07
04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	24.63	17.24	32.02	26.11	15.04
03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	12.12	77.27	7.58	3.03	146.67
04.03.2014	Шивика Shivika	0.00	1.80	93.88	4.32	98.63
14.03.2014	Кхичан Kheechan	0.13	48.02	51.54	0.32	173.54
10.03.2014	Мурга Murga	0.00	18.56	75.56	5.88	189.70

Таблица 5. Биомасса зоопланктона (B) и доля (%) в ней основных таксономических групп зоопланктона водоемов северо-западной Индии.

Table 5. Zooplankton biomass (B) and shares (%) of main taxonomic groups of zooplankton – Rotifera, Cladocera and Copepoda in Northwestern India waterbodies.

Дата Date	Водоем Waterbody	Rotifera	Cladocera	Copepoda	B, г/м^3 B, g/m^3
08.06.2015	Нако-1 Nako-1	15.57	84.43	0.00	0.04
08.06.2015	Нако-2 Nako-2	0.00	100.00	0.00	0.93
01.05.2013	Вулар Wular	1.80	34.74	63.46	6.35
06.05.2013	Басго Basgo	0.00	100.00	0.00	0.13
04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	0.63	85.94	13.42	0.20
03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	0.01	99.96	0.03	127.62
04.03.2014	Шивика Shivika	0.00	21.84	78.16	0.34
14.03.2014	Кхичан Kheechan	0.00	99.47	0.53	29.66
10.03.2014	Мурга Murga	0.00	4.01	95.99	8.03

Таблица 6. Трофическая структура зоопланктона по численности (N) водоемов северо-западной Индии (* Hydrozoa [*Hydra* sp.], Bryozoa [статобласты], Nematoda, Gastropoda, Ostracoda, Anostraca [*Branchinecta orientalis*], личинки Chironomidae и Hydracarina).

Table 6. Trophic structure of zooplankton density (N) in Northwestern India waterbodies (* Hydrozoa [*Hydra* sp.], Bryozoa [statoblastes], Nematoda, Gastropoda, Ostracoda, Anostraca [*Branchinecta orientalis*], Hydracarina and larvae of Chironomidae).

Дата Date	Водоем Waterbody	Микро-фаги Micro-phagues	Макро-фильтраторы Macro-filtrators	Альго- и зоофаги Algo- and zoophagues	Хищники Predators	Прочие* Others*	N, тыс. экз./м^3 N, thous. ind./m^3
08.06.2015	Нако 1 Nako1	68.76	25.87	0.00	0.00	5.36	9.53
08.06.2015	Нако 2 Nako 2	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	2.91
01.05.2013	Вулар Wular	11.49	79.04	0.00	7.80	1.67	486.89
06.05.2013	Басго Basgo	0.00	51.37	0.00	0.00	48.63	54.07
04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	24.63	44.33	0.00	4.93	26.11	15.04
03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	12.12	83.33	0.00	1.52	3.03	146.67
04.03.2014	Шивика Shivika	0.00	91.93	0.00	3.76	4.32	98.63
14.03.2014	Кхичан Kheechan	0.13	99.23	0.00	0.32	0.32	173.54
10.03.2014	Мурга Murga	0.00	41.40	47.84	4.88	5.88	189.70

Таблица 7. Трофическая структура по общей биомассе зоопланктона (B) водоемов северо-западной Индии.
Table 7. Trophic structure of zooplankton biomass (B) in Northwestern India waterbodies.

Дата Date	Водоем Waterbody	Микрофаги Microphagues	Макро-фильтраторы Macro-filtrators	Альго- и зоофаги Algo- and zoophagues	Хищники Predators	B, г/м^3 B, g/m^3
08.06.2015	Нако 1 Nako1	15.57	84.43	0.00	0.00	0.04
08.06.2015	Нако 2 Nako 2	0.00	100.00	0.00	0.00	0.93
01.05.2013	Вулар Wular	0.65	65.54	0.00	33.82	6.35
06.05.2013	Басго Basgo	0.00	100.00	0.00	0.00	0.13
04.03.2014	Джаствангихар Jaswantgihar	0.63	94.93	0.00	4.44	0.20
03.03.2014	Джайпур-Аджмер Jaipur-Ajmer	0.01	99.97	0.00	0.03	127.62
04.03.2014	Шивика Shivika	0.00	69.03	0.00	30.97	0.34
14.03.2014	Кхичан Kheechan	0.01	99.93	0.00	0.07	29.66
10.03.2014	Мурга Murga	0.00	6.30	88.51	5.18	8.03

лишь в одном большом оз. Вулар. В равнинных регионах массовое развитие зоопланктонных организмов наблюдалось практически во всех исследованных водоемах. Коловратки составляли основу численности всех крупных горных озер и части озер, расположенных на равнине. Ветвистоусые ракообразные входили в состав доминирующего комплекса зоопланктона всех изученных водоемов, за исключением одного равнинного водоема Шивика. Веслоногие ракообразные превалировали в одном крупном озере, расположенном в Гималаях, и во всех (за исключением одного) равнинных озерах (Табл. 3, 4).

И в горных, и в равнинных водоемах биомасса зоопланктона была невысокой. Исключение составило оз. Джайпур-Аджмер (Табл. 3, 5). Столь высокие значения биомассы для этого озера могут быть обусловлены ветровым нагоном, которое было отмечено во время взятия материала.

Коловратки входили в состав доминирующего комплекса по биомассе только в горном оз. Нако-1. Ветвистоусые ракообразные составляли основу биомассы практически во всех изученных водоемах. Веслоногие ракообразные развивались в массе лишь в некоторых из исследованных водоемов.

Среди коловраток наиболее массовыми были *Euchlanis dilatata dilatata*, *Polyarthra remata* и *Hexartra fennica*. Основу численности и биомассы ветвистоусых ракообразных составляли прибрежно-зарослевые виды, характерные для водоемов с небольшими глубинами (*Alonella nana*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia atkinsoni*, *D. pulex*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus* и *Ceriodaphnia cornuta*). Веслоногие ракообразные были встречены и входили в состав доминирующего комплекса по численности и биомассе в одном горном оз. Вулар (молодые и взрослые особи *Megacyclops viridis*). В равнинных озерах Джаствангихар, Шивика, а также в равнинном оз. Кхичан, расположенном в пустыне Тар, в массе развивались молодые и взрослые стадии *Mesocyclops leuckarti* и *Microcyclops varicans*. В пустынном оз. Мурга веслоногие ракообразные были представлены в основном молодью *Mesocyclops leuckarti* (16% от общей численности зоопланктона) и всеми возрастными стадиями *Heliodiaptomus viduus* и *Phyllodiaptomus blanci* (96% от общей биомассы, Табл. 2, 4 и 5).

При рассмотрении трофической структуры сообществ зоопланктона исследованных водоемов установлено, что макрофильтраторы составляли

основу численности и биомассы зоопланктона практически во всех исследованных водоемах. Микрофаги и хищники занимали в трофической структуре сообществ зоопланктона второе место. Альго- и зоофаги, представленные особями старших копеподитных возрастов *Heliodiaptomus viduus* и *Phyllodiaptomus blanci*, составляли значительную часть биомассы зоопланктона (89%) только в оз. Мурга (Табл. 6 и 7). Значительная доля категории «прочие» в оз. Басго (штат Кашмир) от общей численности была обусловлена массовым развитием остракод.

При оценке состояния изученных озер в планктоне были выявлены виды-индикаторы, в том числе 12 видов-индикаторов олигосапробных (чистых) вод, 24 вида-индикатора β-мезосапробных (умеренно загрязненных) вод и 2 вида-индикатора α-мезосапрбных (загрязненных) вод. Причем в озерах всех исследованных регионов встречались виды-индикаторы как олиготрофных, так и эвтрофных вод. В небольших водоемах отмечены только виды, характерные для эвтрофированных водоемов, за исключением коловратки *Ascomorpha ovalis* из оз. Кхичан и ветвистоусого ракообразного *Alona rectangula* из оз. Шивика.

В оз. Шивика часть особей веслоногих рачков *Mesocyclops leuckarti* была покрыта колониями ресничных инфузорий рода *Vorticella* (сувойки).

В озерах, расположенных как в горных районах (Вулар), так и на равнине (Джаствангихар и Шивика), были отмечены особи Cyclopoida (*Diacyclops bicuspidatus* и *Mesocyclops leuckarti*) с травмированными фуркальными придатками, щетинки на которых были сломаны или отсутствовали вовсе. В оз. Шивика доля таких особей составляла 57% от общей численности *M. leuckarti*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Коловратки (Rotifera) рассматривались в начале прошлого века как группа с всесветным распространением, причем это относилось ко всем без исключения видам («теория абсолютного космополитизма»). Но в дальнейшем обнаружение эндемиков и реликтов среди коловраток, а также выявление ряда видов с ограниченными ареалами опровергло эту теорию и привело к выводу о недостаточной изученности фауны коловраток, особенностей ее систематики, биологии и распространения для построения серьезных обобщений зоогеографического характера (Кутикова [Kutikova] 1970). В изученных водоемах северо-западной Индии коловратки были представлены в основном космополитическими формами и встречались чаще всего в крупных водоемах. Согласно литературным данным (Hutchinson 1937), эта группа животных была отмечена в высокогорных озерах штата Кашмир, но в работе этого автора зоопланктон небольших мелководных водоемов не рассматривался.

Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) широко распространены по всему земному шару и представлены одинаково большим числом видов как в странах холодного умеренного, так и жаркого климата. Морфологическая лабильность и адаптивность воспроизводительной системы способствуют широкому расселению ветвистоусых ракообразных по водоемам и географическим областям (Мануйлова [Manuylova] 1964). Комплекс ветвистоусых ракообразных в горных областях, включая высокогорье Памира, представлен главным образом видами с всесветным распространением, к которым в высокогорье присоединяются локальные эндемичные формы (Мануйлова [Manuylova] 1964).

Это хорошо согласуется с данными, полученными для водоемов северо-западной Индии, за исключением двух видов Cladocera с голарктическим распространением (*Alonella nana* и *Polyphemus pediculus*), которые были отмечены только в высокогорных озерах (Нако-1 и Вулар). *P. pediculus* был также отмечен в оз. Вулар индийскими исследователями (Shah and Pandit 2013c). Согласно литературным данным, *A. nana* (Sharma et al. 2011) и *Polyphemus* sp. (Paulose and Maheshwari 2007) населяют озера Раджастана. Как известно из работы Ф.Д. Мордухай-Болтовского и И.К. Ривьер ([Mordukhai-Boltovskoi and Rivier] 1987), род *Polyphemus* состоит из двух видов – *P. exiguus* Sars, 1897, обитающего только в Каспийском море, и *P. pediculus*, встречающегося повсеместно в Голарктике от небольших временных водоемов до литорали и пелагической зоны крупных озер Евразии и северной Америки. Нахождение представителей этого рода с голарктическим распространением в Раджастане на границе Палеарктики и Ориентальной области свидетельствует о более широких зоогеографических границах ареала этого вида. Возможно, нахождение этих таксонов за пределами границ

Голарктики требует в будущем уточнения их идентификации и, в случае с *Polyphemus* sp., более детального изучения их морфологических особенностей, не исключая необходимости проведения ревизии таксономической структуры этого рода. Интересно, что наши предположения хорошо согласуются с данными, полученными для рода *Polyphemus* при изучении митохондриальной ДНК (Xu et al. 2009; Chatterjee et al. 2013). Авторы пришли к выводу, что представители этого рода включают, по крайней мере, 9 различных митохондриальных филогрупп, и в северной Индии популяции *Polyphemus* могут быть представлены отдельным видом.

Виды рода *Moinodaphnia*, представители которого характерны для южного полушария (Мануйлова [Manuylova] 1964) и отмечались другими авторами в озерах штатов Кашмир и Раджастан (Paulose and Maheshwari 2007; Shah and Pandit 2013) в водоемах северо-западной Индии в рамках данного исследования встречены не были.

Согласно В.И. Монченко ([Monchenko] 1972), существуют два взгляда на пути формирования фауны Cyclopoida. К началу палеогена теплолюбивые тропические виды Cyclopoida расселялись из Индии на север в водоемы Туранской низменности, когда горных систем еще не было. Вероятно, в тот период происходил обмен фаунами. В то время как южные виды расселялись в северном направлении, происходило расширение ареалов некоторых северных элементов фауны Cyclopoida в южные районы.

По мнению В.И. Монченко ([Monchenko] 1972), следует полагать, что лишь в дальнейшем по мере изменения климатических условий (конец палеогена – начало неогена) часть теплолюбивой фауны в пределах Туранской низменности вымерла, и в этот район вселились представители бореальных видов. Возможно, часть видов с северным распространением, проникших в южные районы, также частично вымерла, а остальные виды адаптировались к условиям жизни в южных районах. В.И. Монченко полагал, что, очевидно, постоянный обмен фауны Cyclopoida туркменской провинции Палеарктики с индийской фауной имел место еще совсем в недавнее (в геологическом смысле) время – до становления Памиро-Тяньшаньских и других молодых горных систем, в том числе Гималайских, прервавших прямую связь Средней Азии с Индией.

Второй возможный путь формирования некоторых видов Cyclopoida, по мнению В.И. Монченко ([Monchenko] 1972), заключается в изоляции частей обширного предкового ареала, распространяющегося от западной Европы до тропических областей, и освоении новых экологических ниш (европейские троглобионтные и тропические наземные виды рода *Bryocyclops*).

В исследованных водоемах северо-западной Индии основную часть веслоногих ракообразных подотряда Cyclopoida представляли всесветно распространенные виды *Macrocyclops albidus*, *Megacyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Microcyclops varicans* и *Thermocyclops dybowskii*; исключение составлял голарктический вид *Diacyclops bicuspidatus*. Согласно В.И. Монченко (Монченко [Monchenko] 1972), исходя из географического положения ареалов подавляющего большинства составляющих их видов, роды *Megacyclops* и *Diacyclops* сформировались в бореальной холодной части Палеарктики. Напротив, представители родов *Mesocyclops*, *Microcyclops*, *Thermocyclops* и многих других, согласно аналогичным принципам, являются, вероятно, тропическими по происхождению. Все встреченные в озерах северо-западной Индии виды были отмечены в работах предыдущих авторов (Hutchinson 1937; Paulose and Maheshwari 2007; Abubakr and Kundangar 2008; Sharma et al. 2011; Ahangar et al. 2012; Summarwar 2012; Slathia and Dutta 2013; Thakur et al. 2013; Jamila et al. 2014 и др.), за исключением *Thermocyclops dybowskii*. Вид этого рода (*Thermocyclops hyalinus* (Rehberg, 1880)) был найден в двух безымянных озерах (K21 и K26) штата Кашмир и в оз. Рамгар (Ramgarh) в штате Раджастан (Kiefer 1939; Paulose and Maheshwari 2007).

Большая часть видов зоопланктона водоемов северо-западной Индии была представлена космополитами. Эта группа, наряду с видами палеотропического распространения, была встречена в водоемах всех исследованных районов. Тропические виды населяли только равнинные водоемы. Палеарктические и голарктические виды отмечены только в Гималаях (штаты Химачал-Прадеш и Джамму и Кашмир). Подобное зоогеографическое разделение хорошо согласуется с данными, полученными для амфибий, населяющих этот регион (Боркин и Литвинчук [Borkin and Litvinchuk] 2013).

В исследованных водоемах северо-западной Индии не были встречены представители подотряда Harpacticoida, характерные для зоопланктонных сообществ неглубоких водоемов. Виды родов *Bryocamptus* и *Canthocamptus* были отмечены предыдущими авторами (Shah and Pandit 2013; Yousuf 1988; Akhtar 1972) в озерах Вулар и Манасбал (Manasbal), расположенных в штате Кашмир, причем гарпактициды в штате Кашмир встречаются достаточно редко. Кифер (Kiefer 1939) описывал нахождение *Bryocamptus minutus* (Claus 1863) в 1 из 12 озер этого штата. Виды рода *Canthocamptus* были встречены в штате Раджастан в озерах Рамгар (Ramgarh) и Пичхола (Pichhola) (Paulose and Maheshwari 2007; Sharma et al. 2011).

В небольшом временном водоеме, расположенном в штате Химачал-Прадеш, были встречены жаброноги *Branchinecta orientalis*. Этот вид населяет весенние пресные лужи и постоянные водоемы равнинных и горных областей Евразии. Ареал проходит от восточной Монголии через Тибет, Непал, Кашмир, Памир, Афганистан, Иран, северные степи России, Нижне-Дунайскую и Паннонскую низменности до Испании (Sars 1902; Gurney 1906; Kemp 1911; Bond 1934; Manca and Mura 1997; Rogers and Padhye 2015; Atashbar et al. 2016). В данной работе *B. orientalis* впервые указывается для штата Химачал-Прадеш. Присутствие в оз. Нако-1 яиц *B. orientalis* вполне может привести к предположению, что в этом озере можно встретить особи *B. orientalis* в другие сезоны года, когда условия для развития этого вида из яиц будут более благоприятными.

Согласно литературным данным (Thakur et al. 2013), в штате Химачал-Прадеш в оз. Прашар (Prashar) индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера был равен 3.2, а в оз. Ревалсар (Rewalsar) значения этого индекса были равны 1.5. Эти два озера различались по степени трофности: в оз. Ревалсар содержание биогенных веществ было значительно выше, чем в оз. Прашар. В исследованных водоемах северо-западной Индии относительно высокие значения индекса видового разнообразия (2.1–2.7) были отмечены в четырех озерах Нако-1, Вулар, Джаствангихар и Джайпур-Аджмер, в остальных водоемах были зафиксированы крайне низкие значения индекса Шеннона-Уивера (0.3–1.5, Табл. 3), которые были близки или даже имели намного меньшие значения, чем в оз. Ревалсар.

Численность и биомасса зоопланктона также были невысокими, что может свидетельствовать о биогенной нагрузке на водоемы. Массовое развитие в исследованных водоемах ветвистоусых ракообразных, по типу питания относящихся к макрофильтраторам, и присутствие в оз. Мурга диаптомид свидетельствуют о благоприятных условиях для развития зоопланктонных организмов. Диаптомиды очень чувствительны к повышенным концентрациям биогенных веществ в воде (Андроникова [Andronikova] 1996). Виды *Allodiaptomus mirabilipes* Kiefer, 1936 и *Pseudodiaptomus lobipes* Gurney, 1907, встреченные в оз. Манасбал (штат Кашмир) в 1972 г. (Akhtar, 1972), в 1988 г. обнаружены уже не были (Yousuf 1988). Исчезновение этих двух видов из планктона оз. Манасбал автор (Yousuf 1988) связывает с процессом эвтрофирования этого озера.

В озерах всех исследованных регионов встречались виды-индикаторы как олиготрофных, так и эвтрофных вод. В небольших водоемах (за исключением одного водоема, расположенного в пустыне) отмечены только виды, характерные для эвтрофированных водоемов. Очевидно, развитие олиго- и β-мезосапробов в крупных водоемах может быть связано с наличием большего количества здесь экологических ниш. В мелководных водоемах, в том числе расположенных на больших высотах, влияние даже незначительных источников загрязнения (например, расположенных по соседству пастбищных участков) может приводить к повышению концентрации в воде биогенных веществ.

В озере, расположенном на равнине, развитие на особях веслоногих ракообразных колоний ресничных инфузорий рода *Vorticella* (сувоек) может свидетельствовать о высоком содержании биогенных веществ в воде (Foissner and Berger 1996).

Согласно литературным данным (Jindal and Thakur 2013; Slathia and Dutta 2013; Thakur et al. 2013; Shah et al. 2015), в некоторых водоемах штатов Химачал-Прадеш и Джамму и Кашмир отмечены виды-индикаторы полисапробных вод *Epiphanes senta* (Müller 1773) и *Rotaria rotatoria* Pallas, 1766. В исследованных нами водоемах эти виды коловраток встречены не были.

Значения индекса сапробности позволяют оценить качество вод как олигосапробные (чистые), только в озерах Джайпур-Аджмер и Мурга. В остальных водоемах, на основании значений

индекса сапробности, воды можно рассматривать как бета-мезосапробные (умеренно загрязненные органическим веществом).

И в горных районах, и на равнине были встречены особи Cyclopoida с травмированными фуркальными придатками, щетинки на которых были сломаны или отсутствовали вовсе. Такие морфологические аномалии являются признаком токсического воздействия на водоем (Андроникова [Andronikova] 2011) и были отмечены у особей циклопид в озерах, на берегу которых расположены населенные пункты (поселки и отдельно стоящие гостиницы), автомобильные трассы, рисовые чеки, кукурузные и ячменные поля, а также места выпаса домашних животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При ландшафтных особенностях исследуемых районов северо-западной Индии были выявлены сходства и различия для сообществ зоопланктона водоемов, расположенных в этих районах.

Виды с палеарктическим и голарктическим распространением были встречены только в горных районах, расположенных в западных Гималаях. Космополиты и палеотропические виды зоопланктона населяют водоемы, расположенные как в Гималаях, так и на равнинах Раджастана и Гуджарата. Тропические виды были отмечены только в равнинных водоемах.

В ходе нашей работы был пополнен список видов зоопланктона водоемов северо-западной Индии. Впервые зарегистрировано 8 подвидов и видов коловраток, 5 видов ветвистоусых ракообразных и 2 вида веслоногих ракообразных.

Жаброног *Branchinecta orientalis* был впервые отмечен нами для штата Химачал-Прадеш.

Среди коловраток 16 из 18 видов имели космополитическое распространение и населяли только озера. В небольших водоемах коловратки отмечены не были (за исключением одного водоема, расположенного в пустыне).

Все выявленные виды Cladocera с голарктическим распространением были отмечены только в высокогорных водоемах. Согласно литературным данным, два голарктических вида ветвистоусых ракообразных населяют озера Раджастана, что свидетельствует о более широких зоогеографических границах ареалов этих видов или требует уточнения их идентификации.

Представители Diaptomidae были отмечены только в одном озере, расположенном в пустыне. Группа Harpacticoida, широко распространенная и характерная для планктонных сообществ неглубоких водоемов, на северо-западе Индии обнаружена не была.

Число видов, индекс видового разнообразия и численность зоопланктона северо-западной Индии были невысокими. Ветвистоусые ракообразные, представляющие в трофической структуре группу макрофильтраторов, составляли основу численности и биомассы зоопланктона практически во всех изученных водоемах.

Все водоемы, даже расположенные в труднодоступных и малонаселенных районах, находятся в непосредственной близости от полей и пастбищ, а на равнине рядом с водоемами расположены населенные пункты и автомобильные магистрали. Все это влияет на сообщества гидробионтов, в том числе и на зоопланктон. Учитывая биоиндикационные свойства зоопланктонных организмов, установлено, что воды только 2 из 9 изученных водоемов можно рассматривать как «чистые». Воды остальных водоемов можно отнести к «умеренно загрязненным органическим веществом».

В целом можно заключить, что при достаточно большом видовом разнообразии северо-западной Индии для горных и равнинных районов прослеживаются характерные для каждого из этих районов комплексы зоопланктонных организмов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность С.Н. Литвинчуку за предоставленные пробы зоопланктона, а также С.Н. Литвинчуку и Л.Я. Боркину за ценные советы, высказанные при обсуждении текста рукописи. Особая благодарность Е.Г. Крупе за помощь и обсуждение материала при определении Diaptomidae.

ЛИТЕРАТУРА

Abubakr A. and Kundangar M.R.D. 2008. Ecological status of some floodplain lakes within Jhelum River basin, Kashmir. *Nature Environment and Pollution Technology*, **7**(4): 719–728.

Ahangar I.A., Saksena D.N., Mir M.F. and Ahangar M.A. 2012. Crustacean community in Anchar Lake, Kashmir. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, **1**(7): 18–21.

Akhtar S. 1972. Qualitative and Quantitative Studies on Freshwater Plankton, Rotifera, Cladocera, Ostracoda and Copepoda of Kashmir Lakes and Ponds. Ph. D. Thesis. University of Kashmir. 115 p.

Andronikova I.N. 1996. Structural and Functional Organization of Zooplankton Trophic Lake Ecosystems of Different Types. Nauka, Saint Petersburg, 189 p. [In Russian].

Andronikova I.N. 2011. Use of zooplankton indices in the evaluation of ecological state of the near shore zone in Lake Ladoga. In: Invertebrates in Monitoring of Waterbodies State Condition. Bioindication in Monitoring of Freshwater Ecosystems. The II International Conference. St. Petersburg: 168–174. [In Russian].

Atashbar B., Agh N., Manaffar R., Van Stappen G., Mohamadyari A., Mertens J. and Beladjal L. 2016. Morphometric and preliminary genetic characteristics of *Branchinecta orientalis* populations from Iran (Crustacea: Anostraca). *Zootaxa*, **4109**(1): 31–45.

Baba D.I., Sharma K.K. and Shvetambri, 2015. Zooplanktonic community structure of River Chenab of Jammu and Kashmir. *Journal of Science*, **5**(9): 776–780.

Bahaar S.W.N. and Bhat G.A. 2011. Aquatic biodiversity in the paddy fields of Kashmir Valley, India. *Asian Journal of Agricultural Research*, **5**(5): 269–276.

Bahaar S.W.N. and Bhat G.A. 2014. Impact of local cultural operations on the ecology of plankton in a rice field agro-ecosystem of North West Kashmir, India. *Journal of Science*, **3**(3): 287–291.

Berg L.S. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Part 3. 4th Ed. M., AS USSR: 927–1382.

Bishnoi R.K. and Sharma B.K. 2016. Planktonic variations in a lotic water body of Shri

Ganganagar District (Rajasthan). *International Journal of Fauna and Biological Studies*, **3**(1): 134–139.

Bond R.M. 1934. Report of phyllopod Crustacea (Anostraca, Notostraca and Conchostraca) including a revision of the Anostraca of the Indian Empire. *Memoirs of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, **10**: 29–62.

Borkin L.J. 2014. Three expeditions of Saint-Petersburg Association of Scientist and Scholars in India: the Western Himalayans (2011, 2013), the Tar Desert and the Arabian Sea coast. *Studies in the History of Biology*, St Petersburg, **6**(4): 124–133. [In Russian].

Borkin L.J. and Gannibal B.K. 2016. The third Western Himalayan expedition of Saint-Petersburg Association of Scientist and Scholars (2015). *Studies in the History of Biology*, St Petersburg, **8**(4): 145–152. [In Russian].

Borkin L.J. and Litvinchuk S.N. 2013. Amphibians of the Palearctic: taxonomic composition. *Proceedings of the Zoological institute of the Russian Academy of Sciences*, **317**(4): 494–541. [In Russian].

Chandra K., Gopi K.C., Rao D.V., Valarmathi K. and Alfred J.R.B. 2017. Current Status of Freshwater Faunal Diversity in India. *The Zoological Survey of India*, Kolkata. 624 p.

Chatterjee T., Kotov A.A., Van Damme K., Chandrasekhar S.V.A. and Padhye S. 2013. An annotated checklist of the Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) from India. *Zootaxa*, **3667**: 1–89.

Dar G.H., Bhagat R.C. and Khan M.A. 2002. Crustaceans zooplankton fauna. In: Dar G.H., Bhagat R.C. Khan M.A. (Eds.), Biodiversity of the Kashmir Himalaya. Anmol Publication Private Limited, Valley Book House, Srinagar: 193– 208.

Das S.M., Daftari S., Singh H.B., Akhthar S., Chaudhary S. and Ahmed N. 1969. Studies on the organic production in high altitude lakes of Kashmir. I. The general ecology and zooplankton of Kashmir lakes. *Kashmir Science*, **6**: 1–22.

Foissner W. and Berger H. 1996. A user-friendly guide to ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology*, **35**: 375–498.

Ganie M.A., Parveen M., Balkhi M.H. and Khan M.I. 2015. Structure and diversity of cladoceran communities in two lakes with varying nutrient compositions in the Jhelum River Basin, Kashmir. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **3**(2): 456–462.

Geptner V.G. 1936. General zoogeography. Biomedgiz. Moscow, 548 p. [In Russian].

Guidelines for the Collection and Processing of Materials in Hydrobiological Studies in Freshwater. Zooplankton and its Products. 1982. Leningrad, 33 p. [In Russian].

Gurney R. 1906. On freshwater Entomostraca in the collection of the Indian Museum, Calcutta. *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, **2**: 273–281.

Hutchinson G.E. 1937. Limnological studies in Indian Tibet. *International* Review of *Hydrobiology*. **35**(1–6): 134–177.

Jamila I., Yousuf A.R., Parveen M., Hassan K., Rehman M. and Sheikh B.A. 2014. Rotifer community in Manasbal Lake of Kashmir. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **1**(6): 190–198.

Jeelani M. 2016. Lake Ecology in Kashmir, India. Impact of Environmental Features on the

Biodiversity of Urban Lakes. Springer International Publishing, Switzerland, 328 p.

Jindal R. and Thakur R.K. 2013. Diurnal variations of plankton diversity and physico-chemical characteristics of Rewalsar Wetland, Himachal Pradesh, India. *Recent Research in Science and Technology*, **5**(3): 4–9.

Kemp S. 1911. Notes on Asiatic species of Crustacea Anostraca in the Indian Museum. *Records of the Indian Museum*, **6**: 219–223.

Kiefer F. 1939. Freilebende ruderfusskrebse (Crustacea, Copepoda) aus nordwest und Sudindien (Pandschab,

Kashmir, Ladak, Nilgirigebirge). Scientific Results of the Yale North India Expedition, Biological Report № 19, Karlsruhe (Baden): 83–203.

Kundangar M.R.D., Sarwar S.G. and Hussain J. 1996. Zooplankton population and nutrient dynamics of wetlands of Wular lakes, Kashmir, India. In: Jha P.K., Ghimire G.P.S., Karmacharya S.B., Baral S.R., Lacoul P. (Eds.), Environment and Biodiversity: In the Context of South Asia. Ecological Society, ECOS, Nepal: 128–134.

Kutikova L.A. 1970. Rotifer Fauna of the USSR (Rotatoria). Subclass Eurotatoria (Units Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Leningrad, Nauka, 744 p. [In Russian].

Manca M. and Mura G. 1997. On *Branchinecta orientalis* Sars (Anostraca) in the Himalayas. *Hydrobiologia*, **356**: 111–116.

Manuylova E.F. 1964. *Cladocera* of the USSR Fauna. Leningrad, Nauka, 328 p. [In Russian].

Monchenko V.I. 1972. Subterranean water *Cyclops* (Copepoda, Cyclopoidae) from Kisilkum. Middle Asia subterranean water fauna. Tr. ZIN AN SSSR, Leningrad, Nauka, **51**: 78–97. [In Russian].

Mordukhai-Boltovskoi F.D. and Rivier I.K. 1987. Predatory Cladocerans (Podonodae, Polyphemoidae, Cercopagidae and Leptodoridae) of the World's Fauna. Leningrad, Nauka, 182 p. [In Russian].

Naik A.A., Wanganeo A., Ishaq A. and Bhat N.A. 2012. Summer limnology of a high mountain Lake 'Kailash Lake', Bhaderwah. *Jammu and Kashmir International Journal of Environmental Sciences*, **3**(3): 931–939.

Nath S. 1994. A checklist of freshwater Crustacea of Jammu and Kashmir state. In: Nath S. (Ed.), Recent Advances in Fish Ecology, Limnology, and Ecoconservation. Daya Publishing House, New Delhi, **3**: 83–98.

Paulose P.V. and Maheshwari K. 2007. Seasonal variation of zooplankton communiry structure of Ramgarh Lake, Jaipur, Rajasthan. The 12th Word Lakes Conference (Eds. Sengupta, M. and Dalwani, R): 82–87.

Raina H.S. and Vass K.K. 1993. Distribution and species composition of zooplankton in Himalayan ecosystems. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, **78**: 295–307.

Rana P., Dhanze R. and Sharma I. 2013. Plankton diversity of four village ponds of Himachal Pradesh, India.10 p.

Rogers D.C. and Padhye S. 2015. Review of the large branchiopod crustacean fauna of the Indian subcontinent (Anostraca, Notostraca, Laevicaudata, Spinicaudata, Cyclestherida). *Journal of Crustacean Biology*, **35**: 392–406.

Sars G.O. 1902. On the crustacean fauna of Central Asia. Part I. Amphipoda and Phyllopoda. Zoologicheskii Musei (Akademiia Nauk SSR). *Annuaire du Musee Zoologique de l'Academie Imperiale des Sciences de Saint Petersbourg*, **4**: 130–164.

Shah J.A. and Pandit A.K. 2013a. Diversity and abundance of Cladoceran zooplankton in Wular Lake, Kashmir, Himalaya. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, **5**(7): 410–417.

Shah J.A. and Pandit A.K. 2013b. Seasonal succession of crustacean zooplankton in Wular Lake of the Kashmir, Himalaya. *Archives of Biological Sciences*, Belgrade, **65**(3): 1063–1068.

Shah J.A. and Pandit A.K. 2013c. Some crustacean zooplankton of Wular Lake in Kashmir, Himalaya. *African Journal of Environmental Science and Technology*, **7**(5): 329–335.

Shah J.A., Pandit A.K. and Shah G.M. 2013. Distribution, diversity and abundance of copepod zooplankton of Wular Lake, Kashmir Himalaya. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, **5**(2): 24–29.

Shah J.A., Pandit A.K. and Shah G.M. 2015. A research on rotifers of aquatic ecosystems of Kashmir, Himalaya for documentation and authentication. *The Proceedings of the National Academy of Sciences, India, Section B*: Biological Sciences, **85**(1): 13–19.

Shannon C.E. and Weaver W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 117 p.

Sharma K.K. and Chandrakiran S. 2011. Comparative analysis of cladoceran communities from three subtropical freshwater ponds of Jammu: patterns, composition and diversity. *The Bioscan*, **6**(2): 233–237.

Sharma K.K. and Kotwal S. 2011. Studies on diversity and dynamics of Cladocera in a subtropical Sungal pond Akhnoor (J & K). *The Biascan*, **6**(4): 623–625.

Sharma K.K., Kour S. and Antal N. 2015. Diversity of zooplankton and macrobenthic invertebrates of two perennial ponds of Jammu region. *Journal of Global Biosciences*, **4**(2): 1382–1392.

Sharma R., Sharma V., Sharma M.S., Kumar V.B., Rachana M. and Singh G.K. 2011. Studies on limnological characteristic, planktonic diversity and fishes (species) in Lake Pichhola, Udaipur, Rajasthan (India). *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, **1**(3): 274–285.

Sharma S. and Sharma B.K. 2008. Zooplankton Diversity in Floodplain Lakes of Assam. *Records of the Zoological Survey of India*, **290**: 1–307.

Sharma V., Sharma M.S., Malara H., Sharma R. and Baghela B.S. 2008. Trophic status and zooplankton diversity of Lake Jaisamand in relation to its physicochemical characteristics. 12th World Lake Conference (2007. Eds. Sengupta, M. and Dalwani, R.): 490–495.

Siraj S., Yousuf A.R., Bhat F.A. and Parveen M. 2006. Cladoceran community in Dal Lake Kashmir. *Proceedings of the National Academy of Sciences of India*, **76B**: 343–350.

Siraj S., Yousuf A.R. and Parveen M. 2007. Cladoceran community in Shalabug wetlans, Kashmir. *Journal of Research and Development*, **7**: 67–74.

Sladecek V. 1973. System of water quality from biological point of view. *Egetnisse der Limnologie*, **7**: 1–218.

Slathia D. and Dutta S.P.S. 2013. Hydrobiological study of a subtropical Shiwalik Lake, Jammu, J&K (India). *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences (IJCEBS)*, **1**(1): 143–149.

Starobogatov Ya.I. 1970. Fauna of mollusks and zoogeographic regionalization of inland waters of the World. Leningrad, Nauka. 372 p. [In Russian].

Subla B.A., Zhutshi D.P., Khan M.A., Vishan N., Wanganeo A. and Raina R. 1984. Distribution and ecology of zooplankton communities from Kashmir. *Bulletin of Environmental Science*, **1**: 30–34.

Summarwar S. 2012. Studies on zooplankton diversity in Bisalpur reservoir. *International Journal of Life science and Pharma Research*, **1**(4): 65–72.

Thakur R.K., Jindal R., Singh U.B. and Ahluwalia A.S. 2013. Plankton diversity and water quality assessment of three freshwater lakes of Mandi (Himachal Pradesh, India) with special reference to planktonic indicators. *Environmental Monitoring and Assessment*, **185**: 8355–8373.

Xu S., Hebert P.D.N., Kotov A.A. and Cristescu M.E. 2009. The non-cosmopolitanism paradigm of freshwater zooplankton: insights from the global phylogeography of the predatory cladoceran *Polyphemus pediculus* (Crustacea, Onychopoda). *Molecular Ecology*, **18**: 5161–5179.

Yousuf A.R. 1988. Copepod plankton of Lake Manasbal, Kashmir. *Journal of Indian Institute of Sciences*, **68**: 307–313.

Zutshi D.P. and Vass K.K. 1982. Limnological studies on Dal Lake, Srinagar. Biological features. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, **B48**(2): 234–241.

Поступила в редакцию 22 Мая 2017, принята в печать 28 Октября 2017.